

Научная статья
УДК 630.233

ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА СОСТАВОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПО СИСТЕМЕ ОБЪЕМНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Александра Петровна Антонова¹, Ирина Андреевна Карабутова²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ antonova_s87@mail.ru

² karabutova.ia@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена современная технология подбора асфальтобетонных смесей по системе объемно-функционального проектирования. Новый метод позволяет учитывать конкретные условия эксплуатации автомобильных дорог, а также снизить затраты на их дальнейшую эксплуатацию за счет увеличения срока службы покрытия дорожной одежды.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, система объемно-функционального проектирования, классификация РГ

Для цитирования: Антонова А. П., Карабутова И. А. Особенности подбора составов асфальтобетонных смесей по системе объемно-функционального проектирования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 700–705.

Original article

FEATURES OF SELECTION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES COMPOSITIONS ACCORDING TO THE SYSTEM OF VOLUMETRIC-FUNCTIONAL DESIGN

Aleksandra P. Antonova¹, Irina A. Karabutova²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ antonova_s87@mail.ru

² karabutova.ia@yandex.ru

Abstract. The article considers the modern technology of asphalt concrete mixtures selection according to the system of volumetric and functional design. The new method makes it possible to take into account the specific operating conditions of highways, as well as to reduce the costs of their further road maintenance by increasing the service life of the pavement.

Keywords: asphalt concrete mixture, system of volumetric and functional design, classification PG

For citation: Antonova A. P., Karabutova I. A. (2025) Osobennosti podbora sostavov asfal'tobetonnyh smesey po sisteme ob'emno-funkcional'nogo proektirovaniya [Features of selection of asphalt concrete mixtures compositions according to the system of volumetric-functional design]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 700–705. (In Russ).

Современный уровень автомобилизации в России – одна из первопричин необходимости использования инновационных материалов для строительства автомобильных дорог, рассчитанных на высокие нагрузки и стойких к преждевременному износу. Асфальтобетонное покрытие автомобильной дороги в первую очередь подвергается деформациям и разрушениям. Совершенно очевидно, что традиционные способы подбора асфальтобетонных смесей не могут обеспечить необходимую долговечность. Растущая интенсивность и увеличение скорости движения транспортных средств приводят к уменьшению сроков эксплуатации асфальтобетонных покрытий.

Необходимость актуализации требований к дорожно-строительным материалам с учетом современных условий эксплуатации привела к внедрению системы объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей. Метод, основной задачей которого является подбор оптимального состава асфальтобетона, не подвергающегося необратимым разрушениям при определенной интенсивности движения в конкретной климатической зоне, включен в Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги».

Более 20 национальных стандартов новых серий ГОСТ Р 58401 [1] и ГОСТ Р 58402 [2], внедряющих систему объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей, вступили в действие с 1 июня 2019 года в Российской Федерации. Новая система использует передовые мировые разработки в области строительства автомобильных дорог и позволяет проектировать асфальтобетонное покрытие с учетом повышенных транспортных нагрузок, климатических условий, с использованием

современных методов испытаний, повторяющих реальные воздействия на дорожное покрытие.

Главными особенностями при проектировании составов асфальтобетонных смесей предложенным методом являются рациональный подбор составляющих, строгий отбор и контроль свойств применяемых материалов. Стоит отметить, что новые требования к двум основным составляющим асфальтобетона (каменному наполнителю и битумному вяжущему) имеют значительные отличия от традиционных по ГОСТ 9128 [3].

При проектировании, а в дальнейшем при производстве в качестве каменного материала используется только кубовидный щебень, изготовленный в соответствии с ГОСТ 32703 [4]. Форма зерна такого щебня придает материалу большую прочность по сравнению с зернами других форм, позволяет обеспечить наиболее плотную укладку, что также существенно повышает эксплуатационные качества дорожной одежды. Кроме того, условия хранения каменного материала также играют немаловажную роль. При неправильном обращении с минеральными заполнителями при хранении в штабелях возникает сегрегация, что в дальнейшем может привести к отклонениям от проектных составов асфальтобетонов.

Отдельное внимание уделяется выбору битумного вяжущего. При подборе составов асфальтобетона методом объемно-функционального проектирования используют специальные битумы, квалифицирующиеся по шкале PG (рис. 1). Марку битумного вяжущего PG определяют на основании результатов реологических испытаний, которые проводят при максимальной и минимальной расчетной температуре, с учетом расчетной нормативной нагрузки.

PG X - Y								
		верхнее значение марки			нижнее значение марки			
X, [°C]		-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46
34						+	+	+
40					+	+	+	+
46						+	+	+
52	+	+	+	+	+	+	+	+
58		+	+	+	+	+	+	
64	+	+	+	+	+	+	+	
70	+	+	+	+	+	+	+	
76	+	+	+	+	+	+		
82	+	+	+	+	+	+		

Рис. 1. Классификация битума по шкале PG

Подбор состава асфальтобетона методом объемно-функционального проектирования можно условно разделить на два этапа: подбор материалов и непосредственно изготовление образцов, испытания и анализ полученных результатов.

На первом этапе при проектировании минеральной составляющей асфальтобетонной смеси готовят три различных зерновых состава: первый

состав должен проходить по середине между верхней и нижней границами требований к зерновому составу, второй и третий составы должны приближаться к верхней и нижней границе требований соответственно. Пример варианта подбора зернового состава смеси представлен на рис. 2. Далее подбирают необходимое количество минерального порошка, изготовленного из карбонатных горных пород и соответствующего требованиям ГОСТ Р 52129 [5].

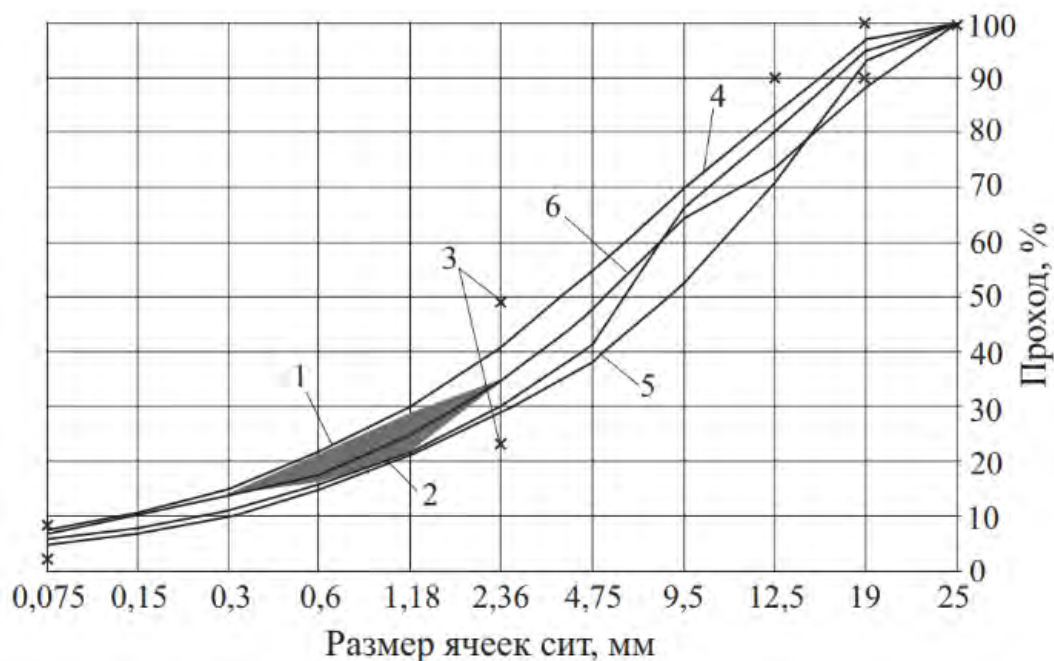


Рис. 2. Пример вариантов зерновых составов смеси [6]:

1 — зона пластичности; 2 — кривая максимальной плотности;
3 — контрольные значения; 4 — вариант 1; 5 — вариант 2; 6 — вариант 3

Преимуществом технологии объемно-функционального проектирования является уникальный подбор битумного вяжущего. На основании сведений по максимальным и минимальным суточным температурам воздуха, полученным для рассматриваемого участка строительства автомобильной дороги, подбирается марка битумного вяжущего, рассчитанная с надежностью 98 %. Далее на основании расчета суммарного количества приложений эквивалентной одноосной нагрузки и прогнозируемой средней скорости движения транспортных средств марка битумного вяжущего корректируется. Оптимальное количество битума подбирают так, чтобы количество воздушных пустот составляло не более $4,0 \pm 0,3$ %.

Для проведения дальнейших испытаний по подбору оптимального состава асфальтобетонной смеси готовят в общей сложности 9 проб (по 3 пробы для каждого зернового состава). По результатам первичных испытаний определяется один наиболее оптимальный состав по совокупности всех факторов, для которого уточняется количество вяжущего и уже формируется контрольный образец.

На втором этапе проводятся испытания изготовленных образцов асфальтобетона. Согласно ГОСТ Р 58401 [1], полученные образцы подвергают различным испытаниям по показателям качества асфальтобетонных смесей в соответствии с методами, приведенными в таблице.

Методы испытаний асфальтобетонных смесей и асфальтобетона [1]

Характеристики	Метод испытания
Количество вяжущего в смеси	По ГОСТ Р 58401.15 или ГОСТ Р 58401.19
Зерновой состав смеси	По ГОСТ 33029–2014 (раздел 9) на ситах с размерами ячеек: 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 11,2; 16,0; 22,4; 31,5; 45,0 мм
Содержание воздушных пустот при $N_{нач}$	По ГОСТ Р 58401.3–2019 [формула (16)]
Содержание воздушных пустот при $N_{нач}$ или $N_{макс}$	По ГОСТ Р 58401.8
Содержание пустот в минеральном заполнителе ПМЗ	По ГОСТ Р 58401.3–2019 [формула (3)]
Содержание пустот, заполненных битумным вяжущим ПНБ	По ГОСТ Р 58401.3–2019 [формула (14)]
Отношение пыли/вяжущее Н	По ГОСТ Р 58401.3–2019 [(формула (15))]
Коэффициент водостойкости TSR	По ГОСТ Р 58401.18
Число текучести	По ГОСТ Р 58401.21–2019 [приложение Б]
Глубина колеи	По ГОСТ Р 58406.3
Ползучесть и предел прочности при непрямом растяжении	По ГОСТ Р 58401.7
Усталостные свойства	По ГОСТ Р 58401.11 или нормативному документу

При внедрении метода объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей возникает ряд проблем, которые препятствуют его широкому применению. Не все дорожно-строительные лаборатории имеют полные комплекты оборудования и разрешительной документации для контроля качества рецептуры асфальта и технологии производства работ по укладке в соответствии с новыми нормами. Также возникают сложности в получении статистических данных по температурам, необходимым для определения марки PG, связанные с отсутствием необходимых статистических данных о температурах воздуха в районе строительства.

Выводы. Таким образом, основными особенностями подбора составов асфальтобетонных смесей по системе объемно-функционального проектирования являются:

1) рациональный подбор зернового состава асфальтобетонных смесей с использованием кубовидного щебня и строгий контроль качества по физическим и эксплуатационным показателям с использованием современного набора методов и испытаний, предлагаемых нормативами;

2) использование классификации марок битума PG – новой градации, учитывающей климатические условия района строительства, нагрузку на покрытие и прогнозируемую среднюю скорость движения транспорта.

Список источников

1. ГОСТ Р 58401.1–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164804> (дата обращения: 20.10.23).

2. ГОСТ Р 58402.1–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Система объемно-функционального проектирования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164808> (дата обращения: 20.10.23).

3. ГОСТ 9128–2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108509> (дата обращения: 20.10.23).

4. ГОСТ 32703–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114285> (дата обращения: 22.10.23).

5. ГОСТ Р 52129–2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034281> (дата обращения: 22.10.23).

6. ОДМ 218.4.036–2017. Методические рекомендации по приготовлению асфальтобетонных смесей, их укладке, а также приемке выполненных работ, основанные на методологии *Superpave*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456066226> (дата обращения: 20.10.23).